

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

012978899 **Image available**
WPI Acc No: 2000-150752/ 200014
XREP Acc No: N00-111738

Zoom lens assembly for image reader in original document duplicator - has lens groups arranged sequentially, and refraction and diffraction power of lens group is adjusted based on specific expression

Patent Assignee: MINOLTA CAMERA KK (MIOC); MINOLTA CO LTD (MIOC)

Inventor: SAKAMOTO K

Number of Countries: 002 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 2000009999	A	20000114	JP 98172570	A	19980619	200014 B
<u>US 6172818</u>	B1	20010109	US 99333906	A	19990616	200104

Priority Applications (No Type Date): JP 98172570 A 19980619

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 2000009999	A		18	G02B-015/20	
US 6172818	B1			G02B-015/14	

Abstract (Basic): JP 2000009999 A

NOVELTY - Lens groups (Gr1) having positive power, lens group (Gr2) having negative power and lens group (Gr3) having positive power are arranged sequentially. One of the surfaces of each lens group has a diffraction optical element. Refraction and diffraction power of lens groups is adjusted based on a specific expression.

USE - For image reader in original document duplicator.

ADVANTAGE - Chromatic aberration are adjusted satisfactorily, by using diffraction optical element. Offers small sized zoom lens with high resolution power. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows lens arrangement. (Gr1,Gr2,Gre) Lens groups.

Dwg.1/24

Title Terms: ZOOM; LENS; ASSEMBLE; IMAGE; READ; ORIGINAL; DOCUMENT;
DUPLICATE; LENS; GROUP; ARRANGE; SEQUENCE; REFRACT; DIFFRACTED; POWER;
LENS; GROUP; ADJUST; BASED; SPECIFIC; EXPRESS

Derwent Class: P81; S06

International Patent Class (Main): G02B-015/14; G02B-015/20

International Patent Class (Additional): G02B-015/14; AFG0-2B015/20

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): S06-A03C

T S7/5/1

7/5/1

DIALOG(R) File 347:JAPIO

(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06424437 **Image available**
ZOOM LENS

PUB. NO.: 2000-009999 [JP 2000009999 A]
PUBLISHED: January 14, 2000 (20000114)
INVENTOR(s): SAKAMOTO KEIJIROU
APPLICANT(s): MINOLTA CO LTD
APPL. NO.: 10-172570 [JP 98172570]
FILED: June 19, 1998 (19980619)
INTL CLASS: G02B-015/20

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a three-group zoom lens of high resolving power and small size which is well corrected of various aberrations, such as chromatic aberrations, by forming a first group having negative power in such a manner that this group has a diffraction optical element on at least one face therein and satisfies specific conditions.

SOLUTION: The zoom lens consists, successively from an macro-side, three groups; the first group Gr1 having negative power, the second group Gr2 having positive power and the third group Gr3 having positive or negative power. The first group Gr1 having the negative power has the diffraction optical element $r3^{\#}$ on at least one face therein. $\overline{\phi_{Dn}}; \phi_{Dn}/\phi_{l1}; \overline{\phi_{Dn}}; (0.06, -0.8(\phi_{Dn}/\phi_{l1}/\phi_{W}(-0.3$ are satisfied. ϕ_{Dn} is the power by the refraction effect of the first group Gr1; ϕ_{l1} is the power by the refraction effect of the lens having the diffraction optical element $r3^{\#}$ in the first group Gr1; ϕ_{Dn} is the synthetic power by the refraction effect and diffraction effect of the first group Gr1; and ϕ_{W} is the synthetic power by the refraction effect and diffraction effect of the entire system at a short focal length end.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO
?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-9999
(P2000-9999A)

(43) 公開日 平成12年1月14日 (2000. 1. 14)

(51) Int.Cl.⁷
G 0 2 B 15/20

識別記号

F I
G 0 2 B 15/20

テーマコード(参考)
2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平10-172570

(22) 出願日 平成10年6月19日 (1998. 6. 19)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 坂本 圭治朗

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

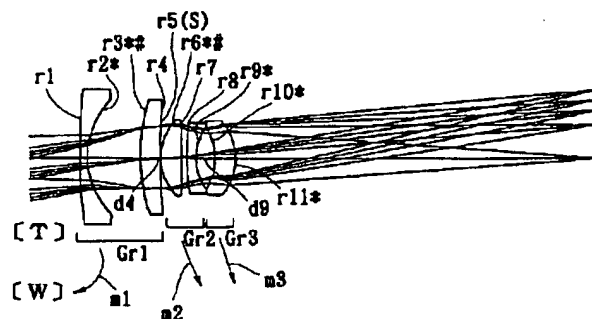
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 色収差等の諸収差が良好に補正された、高解像力で小型のズームレンズを提供する。

【解決手段】 拡大側から順に、負の第1群(Gr1)、正の第2群(Gr2)、正の第3群(Gr3)から成り、第1群(Gr1)中に回折光学素子(r3*#)を有している。回折光学素子を有するレンズの屈折作用によるパワーに対して回折作用によるパワーを適正に規定するとともに、短焦点距離端[W]での全系の合成パワーに対する第1群(Gr1)の合成パワーを適正に規定した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 拡大側から順に、負のパワーを有する第1群と、正のパワーを有する第2群と、正又は負のパワーを有する第3群と、の3つの群から成るズームレンズであって、前記負のパワーを有する群中の少なくとも1面に回折光学素子を有し、以下の条件式(1)及び(2)を満足することを特徴とするズームレンズ；

$$|\phi Dn/\phi 1| < 0.06 \quad \dots(1)$$

$$-0.8 < \phi n/\phi W < -0.3 \quad \dots(2)$$

ただし、

ϕDn ：負のパワーを有する群の回折作用によるパワー、
 $\phi 1$ ：負のパワーを有する群中の回折光学素子を有するレンズの屈折作用によるパワー、

ϕn ：負のパワーを有する群の屈折作用及び回折作用による合成パワー、

ϕW ：短焦点距離端での全系の屈折作用及び回折作用による合成パワー、である。

【請求項2】 拡大側から順に、負のパワーを有する第1群と、正のパワーを有する第2群と、正のパワーを有する第3群と、の3つの群から成る有限距離用ズームレンズであって、前記第1群中の少なくとも1面と前記第2群又は第3群中の少なくとも1面とに回折光学素子を有し、以下の条件式(3)を満足することを特徴とする請求項1記載のズームレンズ；

$$-1.0 < \phi n/\phi p < -0.4 \quad \dots(3)$$

ただし、

ϕn ：負のパワーを有する群の屈折作用及び回折作用による合成パワー、

ϕp ：正のパワーを有する群の屈折作用及び回折作用による合成パワー、である。

【請求項3】 更に次の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項2記載のズームレンズ；

$$0.01 < |\phi Dp/\phi p| < 0.10 \quad \dots(4)$$

ただし、

ϕDp ：正のパワーを有する群の回折作用によるパワー、

ϕp ：正のパワーを有する群の屈折作用及び回折作用による合成パワー、である。

【請求項4】 更に次の条件式(5)を満足することを特徴とする請求項2記載のズームレンズ；

$$|\phi Dp/\phi 2| < 0.10 \quad \dots(5)$$

ただし、

ϕDp ：正のパワーを有する群の回折作用によるパワー、

$\phi 2$ ：正のパワーを有する群中の回折光学素子を有するレンズの屈折作用によるパワー、である。

【請求項5】 前記負のパワーを有する群が少なくとも縮小側に強い凹面を向けた負レンズと拡大側に強い凸面を向けた正レンズとを含み、前記第3群が少なくとも1枚の縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズから成り、以下の条件式(6)及び(7)を満足することを特徴とす

る請求項1記載のズームレンズ；

$$0.3 < r2/r3 < 0.8 \quad \dots(6)$$

$$-0.5 < rL \times \phi p3 < -0.05 \quad \dots(7)$$

ただし、

$r2$ ：負のパワーを有する群中の拡大側から1番目のレンズの縮小側面の曲率半径、

$r3$ ：負のパワーを有する群中の拡大側から2番目のレンズの拡大側面の曲率半径、

rL ：第3群の最も縮小側に配置された正メニスカスレンズの縮小側面の曲率半径、

$\phi p3$ ：第3群の屈折作用及び回折作用による合成パワー、である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ズームレンズに関するものであり、例えば、原稿複写装置、原稿読み取り装置等において高精細の有限共役距離用ズームレンズとして用いられる、画像読み取り用のズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の一般的な複写・読み取り装置用レンズは、単焦点レンズで構成されており、読み取り倍率も一定であった。仮に、読み取り倍率を変えることができたとしても、変倍範囲は小さいものであった。読み取り倍率を変える手段としては、電気的手段と光学的手段が知られており、光学的手段として可変焦点距離レンズを用いる方法が、特開平6-94993号や特開昭57-73715号で提案されている。

【0003】一方、回折光学素子を屈折光学素子と組み合わせることにより、色収差をはじめとする諸収差を良好に補正する技術が注目されてきており、それを応用した光ディスク用対物レンズが特開平6-242373号公報等で提案されている。また、米国特許第5,268,790号明細書ではビデオ用レンズへの応用が提案されており、特開平4-214516号公報ではステッパ用レンズ等への応用が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】特開平6-94993号公報で提案されている変倍読み取りレンズには、共役長が大きく変動するため機械構成が困難であり、大型化につながるといった問題がある。特開昭57-73715号公報で提案されているズームレンズ系には、共役長一定ではあるがレンズ単体のサイズが大きく、高精細読み取り用としては歪曲等の収差が大きいといった問題がある。

【0005】特開平6-242373号公報で提案されている光ディスク用対物レンズは、使用波長域が狭いため、ハロゲンランプを使用するような系では色収差の発生が問題となる。また、米国特許第5,268,790号明細書で提案されているビデオ用レンズでは、回折光

光学素子がレンズ枚数の削減に効果的に寄与するようには構成されていない。さらに、特開平4-214516号公報で提案されているステップ用レンズでは、特開平6-242373号公報で提案されている光ディスク用対物レンズと同様、ハロゲンランプを使用するような系には応用できない等の問題がある。

【0006】本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、色収差等の諸収差が良好に補正された、高解像力で小型のズームレンズを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、第1の発明のズームレンズは、拡大側から順に、負のパワーを有する第1群と、正のパワーを有する第2群と、正又は負のパワーを有する第3群と、の3つの群から成るズームレンズであって、前記負のパワーを有する群中の少なくとも1面に回折光学素子を有し、以下の条件式(1)及び(2)を満足することを特徴とする。

$$|\phi D_n / \phi 1| < 0.06 \quad \dots (1)$$

$$-0.8 < \phi n / \phi W < -0.3 \quad \dots (2)$$

ただし、

ϕD_n : 負のパワーを有する群の回折作用によるパワー、
 $\phi 1$: 負のパワーを有する群中の回折光学素子を有するレンズの屈折作用によるパワー、

ϕn : 負のパワーを有する群の屈折作用及び回折作用による合成パワー、

ϕW : 短焦点距離端での全系の屈折作用及び回折作用による合成パワー、である。

【0008】第2の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、拡大側から順に、負のパワーを有する第1群と、正のパワーを有する第2群と、正のパワーを有する第3群と、の3つの群から成る有限距離用ズームレンズであって、前記第1群中の少なくとも1面と前記第2群又は第3群中の少なくとも1面とに回折光学素子を有し、以下の条件式(3)を満足することを特徴とする。

$$-1.0 < \phi n / \phi p < -0.4 \quad \dots (3)$$

ただし、

ϕn : 負のパワーを有する群の屈折作用及び回折作用による合成パワー、

ϕp : 正のパワーを有する群の屈折作用及び回折作用による合成パワー、である。

【0009】第3の発明のズームレンズは、上記第2の発明の構成において、更に次の条件式(4)を満足することを特徴とする。

$$0.01 < |\phi D_p / \phi p| < 0.10 \quad \dots (4)$$

ただし、

ϕD_p : 正のパワーを有する群の回折作用によるパワー、

ϕp : 正のパワーを有する群の屈折作用及び回折作用による合成パワー、である。

【0010】第4の発明のズームレンズは、上記第2の発明の構成において、更に次の条件式(5)を満足することを特徴とする。

$$|\phi D_p / \phi 2| < 0.10 \quad \dots (5)$$

ただし、

ϕD_p : 正のパワーを有する群の回折作用によるパワー、
 $\phi 2$: 正のパワーを有する群中の回折光学素子を有するレンズの屈折作用によるパワー、である。

【0011】第5の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、前記負のパワーを有する群が少なくとも縮小側に強い凹面を向けた負レンズと拡大側に強い凸面を向けた正レンズとを含み、前記第3群が少なくとも1枚の縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズから成り、以下の条件式(6)及び(7)を満足することを特徴とする。

$$0.3 < r_2 / r_3 < 0.8 \quad \dots (6)$$

$$-0.5 < r_L \times \phi p_3 < -0.05 \quad \dots (7)$$

ただし、

r_2 : 負のパワーを有する群中の拡大側から1番目のレンズの縮小側面の曲率半径、

r_3 : 負のパワーを有する群中の拡大側から2番目のレンズの拡大側面の曲率半径、

r_L : 第3群の最も縮小側に配置された正メニスカスレンズの縮小側面の曲率半径、

ϕp_3 : 第3群の屈折作用及び回折作用による合成パワー、である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施したズームレンズを、図面を参照しつつ説明する。図1～図6は、第1～第6の実施の形態のズームレンズにそれぞれ対応するレンズ構成図であり、長焦点距離端(T)でのレンズ配置を示している。レンズ構成図中、 r_i ($i=1, 2, 3, \dots$) が付された面は拡大側から数えて i 番目の面であり、 d_i ($i=1, 2, 3, \dots$) が付された軸上面間隔は、拡大側から数えて i 番目の軸上面間隔のうち、ズームングにおいて変化する可変間隔を示している。また、 r_i に*印が付された面は非球面であり、 r_i に#印が付された面は屈折面に回折光学素子が形成された回折面である。

【0013】第1～第6の実施の形態のズームレンズは、拡大側から順に、負のパワーを有する第1群(Gr_1)と、正のパワーを有する第2群(Gr_2)と、正のパワー(必要に応じて負のパワーでもよい。)を有する第3群(Gr_3)と、の3つの群から成り、各群の光軸方向の移動により変倍を行うズームレンズであって、負のパワーを有する第1群(Gr_1)中の少なくとも1面に回折光学素子を有する点に特徴がある。回折光学素子は、それ自体が-3.45という通常のレンズ材料にはない大きな負の分散を有している。各実施の形態では、これを主に色収差の補正に利用することにより、各群のレンズ枚数削減を図るとともにズームレンズ全系の小型化を達成している。ま

た、各群での色収差補正により高性能化をも達成している。なお、全系を大きく分けて負・正のパワー配置とすることにより、色分解系等を挿入するためのレンズバックを十分に確保している。

【0014】負のパワーを有する第1群(Gr1)に回折光学素子を設けることにより、第1群(Gr1)の収差補正をレンズ2枚の簡単な構成で達成することができる。色収差をはじめとする諸収差を第1群(Gr1)で良好に補正すれば、第2群(Gr2)への負担を軽減することができるため、第2群(Gr2)の構成を簡単にすることができる。また、正のパワーを有する第2群(Gr2)又は第3群(Gr3)に回折光学素子を設けることにより、変倍に寄与する第2群(Gr2)、第3群(Gr3)を小型化することができるとともに、変倍時の各群移動量が小さくなるため全系をも小型化することができる。しかも、これは性能向上にも有効である。

【0015】以上のように第1～第6の実施の形態では、回折光学素子の色収差補正能力を利用して、5～7枚という少ないレンズ枚数でありながら、色収差をはじめとする諸収差を良好に補正して、小型化、低コスト化、高性能化を達成している。回折光学素子を効果的に用いることにより、カラー読み取り用としても十分な高い光学性能を保持しつつ各群の構成枚数を削減することができるため、複写・読み取り装置のコンパクト化、低コスト化を達成することができる。このような光学構成において更に望ましい条件を以下に説明する。

【0016】負・正・正(又は負)の3つの群から成るズームレンズにおいては、負のパワーを有する群中の少なくとも1面に回折光学素子を有し、以下の条件式(1)を満足することが望ましい。

$$|\phi D_n / \phi 1| < 0.06 \quad \cdots (1)$$

ただし、

ϕD_n : 負のパワーを有する群の回折作用によるパワー、
 $\phi 1$: 負のパワーを有する群中の回折光学素子を有するレンズの屈折作用によるパワー、である。

【0017】条件式(1)は、負のパワーを有するレンズ群(第1～第6の実施の形態では第1群(Gr1)である。)に使用する回折光学素子の回折によるパワーとその回折光学素子を設けた単レンズのトータルパワーとの強度比を規定している。条件式(1)の上限を超えると、回折光学素子のパワーが強くなり過ぎるため、色収差の補正が過剰になるほか、球面収差が補正過剰となる。

【0018】負・正・正(又は負)の3つの群から成るズームレンズにおいては、負のパワーを有する群中の少なくとも1面に回折光学素子を有し、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。そして、前記条件式(1)と共に満足することが更に望ましい。

$$-0.8 < \phi n / \phi W < -0.3 \quad \cdots (2)$$

ただし、

ϕn : 負のパワーを有する群の屈折作用及び回折作用に

よる合成パワー、

ϕW : 短焦点距離端[W]での全系の屈折作用及び回折作用による合成パワー、である。

【0019】条件式(2)は、短焦点距離端[W]での負レンズ群(第1～第6の実施の形態では第1群(Gr1)である。)のパワー比を規定している。条件式(2)の上限を超えると、球面収差等が補正不足になり、さらに変倍時のレンズ長変動も大きくなる。条件式(2)の下限を超えると、レンズの小型化には有利になるが、コマ収差や歪曲の変動が大きくなるため性能確保が困難になる。

【0020】負・正・正の3つの群から成るズームレンズにおいては、第1群(Gr1)中の少なくとも1面と第2群(Gr2)又は第3群(Gr3)中の少なくとも1面とに回折光学素子を有し、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。そして、前記条件式(1)及び(2)と共に満足することが更に望ましい。

$$-1.0 < \phi n / \phi p < -0.4 \quad \cdots (3)$$

ただし、

ϕn : 負のパワーを有する群(すなわち第1群(Gr1))の屈折作用及び回折作用による合成パワー、

ϕp : 正のパワーを有する群(すなわち第2群(Gr2)及び第3群(Gr3))の屈折作用及び回折作用による合成パワー、である。

【0021】条件式(3)は、正のパワーを有するレンズ群と負のパワーを有するレンズ群とのパワー比を規定している。条件式(3)の上限を超えると、各群のパワーを緩くすることができるため収差補正上は好ましいが、レンズ長が長くなるとともに変倍時のレンズ長変動が大きくなってしまふ。条件式(3)の下限を超えると、レンズをコンパクト化することはできるが、コマ収差や歪曲の変動が大きくなってしまふ。

【0022】負・正・正の3つの群から成るズームレンズにおいては、第1群(Gr1)中の少なくとも1面と第2群(Gr2)又は第3群(Gr3)中の少なくとも1面とに回折光学素子を有し、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。そして、前記条件式(1)～(3)と共に満足することが更に望ましい。

$$0.01 < |\phi D_p / \phi p| < 0.10 \quad \cdots (4)$$

ただし、

ϕD_p : 正のパワーを有する群(すなわち第2群(Gr2)及び第3群(Gr3))の回折作用によるパワー、

ϕp : 正のパワーを有する群(すなわち第2群(Gr2)及び第3群(Gr3))の屈折作用及び回折作用による合成パワー、である。

【0023】条件式(4)は、正のパワーを有するレンズ群に使用する回折光学素子のトータルパワーを規定している。条件式(4)の上限を超えると、回折光学素子のパワーが強くなり過ぎるため、色収差が補正不足となる。条件式(4)の下限を超えると、回折光学素子のパワーが弱くなり過ぎるため、色収差が補正過剰となる。

【0024】負・正・正の3つの群から成るズームレンズにおいては、第1群(Gr1)中の少なくとも1面と第2群(Gr2)又は第3群(Gr3)中の少なくとも1面とに回折光学素子を有し、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。そして、前記条件式(1)～(3)と共に満足することが更に望ましい。

$$|\phi_{Dp}/\phi_2| < 0.10 \quad \dots(5)$$

ただし、

ϕ_{Dp} : 正のパワーを有する群(すなわち第2群(Gr2)及び第3群(Gr3))の回折作用によるパワー、

ϕ_2 : 正のパワーを有する群(すなわち第2群(Gr2)及び第3群(Gr3))中の回折光学素子を有するレンズの屈折作用によるパワー、である。

【0025】条件式(5)は、正のパワーを有するレンズ群に使用する回折光学素子のトータルパワーとその回折光学素子を設けた単レンズのトータルパワーとの強度比を規定している。条件式(5)の上限を超えると、回折光学素子のパワーが強くなり過ぎるため、色収差が補正不足になるほか、球面収差が補正不足となる。

【0026】負・正・正(又は負)の3つの群から成るズームレンズにおいては、負のパワーを有する群中の少なくとも1面に回折光学素子を有し、更に負のパワーを有する群が少なくとも縮小側に強い凹面を向けた負レンズと拡大側に強い凸面を向けた正レンズとを含み、第3群(Gr3)が少なくとも1枚の縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズから成り、以下の条件式(6)を満足することが望ましい。そして、前記条件式(1)及び(2)と共に満足することが更に望ましい。

$$0.3 < r_2/r_3 < 0.8 \quad \dots(6)$$

ただし、

r_2 : 負のパワーを有する群中の拡大側から1番目のレンズ(第1レンズ)の縮小側面の曲率半径、

r_3 : 負のパワーを有する群中の拡大側から2番目のレンズ(第2レンズ)の拡大側面の曲率半径、である。

【0027】条件式(6)は負のパワーを有するレンズ群(第1～第6の実施の形態では第1群(Gr1)である。)の第1レンズの縮小側面と第2レンズの拡大側面との曲率半径の比を規定している。条件式(6)の上限を超えると、屈折作用による負のパワーが小さくなって回折光学素子の負担が大きくなるため、回折光学素子のピッチが細かくなって加工が困難になる。さらに、変倍時の各群の移動量が大きくなり、レンズが大型化してしまう。条件式(6)の下限を超えると、コマ収差や歪曲の補正が困難になる。

【0028】負・正・正(又は負)の3つの群から成るズームレンズにおいては、負のパワーを有する群中の少なくとも1面に回折光学素子を有し、更に負のパワーを有する群が少なくとも縮小側に強い凹面を向けた負レンズ

$$Z = (C \cdot H^2) / \{1 + \sqrt{1 - \epsilon \cdot C^2 \cdot H^2}\} + (A1 \cdot H^4 + A2 \cdot H^6 + A3 \cdot H^8 + A4 \cdot H^{10}) \quad \dots(AS)$$

ただし、式(AS)中、

と拡大側に強い凸面を向けた正レンズとを含み、第3群(Gr3)が少なくとも1枚の縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズから成り、以下の条件式(7)を満足することが望ましい。そして、前記条件式(1)、(2)及び(6)と共に満足することが更に望ましい。

$$-0.5 < r_L \times \phi_{p3} < -0.05 \quad \dots(7)$$

ただし、

r_L : 第3群(Gr3)の最も縮小側に配置された正メニスカスレンズの縮小側面の曲率半径、

ϕ_{p3} : 第3群(Gr3)の屈折作用及び回折作用による合成パワー、である。

【0029】条件式(7)は、第3群(Gr3)の最も縮小側に配置された正メニスカスレンズの縮小側面の曲率半径を規定している。条件式(7)の上限を超えると球面収差が補正不足になり、条件式(7)の下限を超えると非点収差の補正が困難になる。

【0030】

【実施例】以下、本発明を実施したズームレンズを、コンストラクションデータ、収差図等を挙げて、更に具体的に説明する。なお、以下に挙げる実施例1～6は、前述した第1～第6の実施の形態にそれぞれ対応しており、第1～第6の実施の形態を表すレンズ構成図(図1～図6)は、対応する実施例1～6の長焦点距離端[T]でのレンズ配置をそれぞれ示している。

【0031】各実施例のコンストラクションデータにおいて、 r_i ($i=1,2,3,\dots$)は拡大側から数えて i 番目の面の曲率半径、 d_i ($i=1,2,3,\dots$)は拡大側から数えて i 番目の軸上面間隔を示しており、 N_i ($i=1,2,3,\dots$)、 ν_i ($i=1,2,3,\dots$)は拡大側から数えて i 番目のレンズの d 線に対する屈折率(N_d)、アッベ数(ν_d)を示している。また、コンストラクションデータ中、ズーミングにおいて変化する軸上面間隔(可変間隔)は、短焦点距離端[W]～中間焦点距離状態(ミドル)[M]～長焦点距離端[T]での各群間の軸上空気間隔である。各焦点距離状態[W],[M],[T]での全系の焦点距離 f 及びFナンバー F_{no} を併せて示す。また、表1に、各実施例における条件式(1)～(7)の対応値を示す。なお、各実施例の標準的使用倍率は、 $-1/6.05 \times \sim -1/4.28 \times \sim -1/3.02 \times$ である。

【0032】曲率半径 r_i に*印が付された面は、非球面で構成された面であることを示し、非球面の面形状を表わす以下の式(AS)で定義されるものとする。また、曲率半径 r_i に#印が付された面は、回折光学素子が設けられた面(すなわち回折面)であることを示し、回折面のピッチの位相形状を表す以下の式(DS)で定義されるものとする。各非球面の非球面データ及び各回折面の回折面データを他のデータと併せて示す。

【0033】

Z : 高さ H の位置での光軸方向の基準面からの変位量、

H : 光軸に対して垂直な方向の高さ、
 C : 近軸曲率、
 ϵ : 2次曲面パラメータ(ただし以下に挙げる実施例ではすべて $\epsilon=1$ である。)、
 A1 : 4次の非球面係数、

A2 : 6次の非球面係数、
 A3 : 8次の非球面係数、
 A4 : 10次の非球面係数、である。
 【0034】

$$\Phi(H) = (2\pi/\lambda_0) \cdot (B1 \cdot H^2 + B2 \cdot H^4 + B3 \cdot H^6 + B4 \cdot H^8) \dots (DS)$$

ただし、式(DS)中、

$\Phi(H)$: 回折面の位相関数、

H : 光軸に対して垂直な方向の高さ、

B1 : 2次の位相係数、

B2 : 4次の位相係数、

B3 : 6次の位相係数、

B4 : 8次の位相係数、

λ_0 : 設計中心波長(=587.6nm:d線)、である。

【0035】

《実施例1》

$f=53.0 \sim 71.6 \sim 90.0$

$Fno=5.75 \sim 5.43 \sim 5.02$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アップ数]

{第1群(Gr1) ...負}

$r1= 240.33$

$d1= 2.50 \quad N1=1.4870 \quad \nu 1=70.4$

$r2*= 29.86$

$d2= 18.82$

$r3*#= 81.83$

$d3= 6.57 \quad N2=1.6755 \quad \nu 2=51.5$

$r4= 200.01$

$d4= 60.61 \sim 22.62 \sim 0.35$

{第2群(Gr2) ...正}

$r5= \infty$ {絞り(S)}

$d5= 0.00$

$r6*#= 21.67$

$d6= 7.00 \quad N3=1.6147 \quad \nu 3=49.5$

$r7= -381.27$

$d7= 1.74$

$r8= 95.66$

$d8= 3.19 \quad N4=1.7550 \quad \nu 4=27.6$

$r9*= 23.98$

$d9= 2.58 \sim 4.70 \sim 6.48$

{第3群(Gr3) ...正}

$r10*= -26.77$

$d10= 7.00 \quad N5=1.4870 \quad \nu 5=70.4$

$r11*= -22.43$

【0036】[第2面(r2)の非球面データ]

$A1=-0.13359 \times 10^{-5}$

$A2=-0.12766 \times 10^{-9}$

$A3=-0.19296 \times 10^{-11}$

$A4=-0.25547 \times 10^{-14}$

【0037】[第3面(r3)の非球面データ]

$A1= 0.10356 \times 10^{-5}$

$A2= 0.86442 \times 10^{-9}$

【0038】[第6面(r6)の非球面データ]

$A1=-0.59696 \times 10^{-6}$

$A2=-0.49461 \times 10^{-8}$

$A3=-0.28552 \times 10^{-10}$

【0039】[第9面(r9)の非球面データ]

$A1= 0.17603 \times 10^{-4}$

$A2= 0.44794 \times 10^{-7}$

$A3=-0.11964 \times 10^{-9}$

$A4= 0.55552 \times 10^{-12}$

【0040】[第10面(r10)の非球面データ]

$A1=-0.49193 \times 10^{-6}$

$A2=-0.43328 \times 10^{-7}$

$A3=-0.19739 \times 10^{-9}$

$A4=-0.42486 \times 10^{-12}$

【0041】[第11面(r11)の非球面データ]

$A1= 0.17906 \times 10^{-6}$

$A2=-0.15165 \times 10^{-7}$

$A3=-0.11528 \times 10^{-9}$

$A4= 0.38339 \times 10^{-12}$

【0042】[第3面(r3)の回折面データ]

$B1= 6.6010 \times 10^{-5}$

$B2=-9.0280 \times 10^{-8}$

$B3= 9.9452 \times 10^{-11}$

【0043】[第6面(r6)の回折面データ]

$B1=-1.2688 \times 10^{-4}$

$B2= 1.8458 \times 10^{-7}$

$B3=-5.8796 \times 10^{-10}$

$B4=-3.5241 \times 10^{-13}$

【0044】

《実施例2》

f=52.2~70.5~88.8

Fno=5.81~5.53~5.16

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

{第1群(Gr1) ...負}

r1*= 188.30

d1= 2.50 N1=1.6200 ν 1=60.3

r2*= 30.95

d2= 18.28

r3*= 54.10

d3= 3.15 N2=1.6497 ν 2=33.6

r4= 100.02

d4= 61.61~27.84~7.39

{第2群(Gr2) ...正}

r5= ∞ {絞り(S)}

d5= 0.00

r6*= 21.93

d6= 6.20 N3=1.5907 ν 3=58.9

r7= -313.39

d7= 2.20

r8= 87.50

d8= 3.12 N4=1.7491 ν 4=34.6

r9*= 24.92

d9= 4.69~8.43~11.07

{第3群(Gr3) ...正}

r10*= -25.96

d10= 3.42 N5=1.7479 ν 5=31.9

r11*= -36.31

d11= 1.02

r12= -50.13

d12= 3.81 N6=1.5704 ν 6=63.2

r13*=-26.01

【0045】[第2面(r2)の非球面データ]

A1=-0.25738 $\times 10^{-5}$ A2=-0.40918 $\times 10^{-9}$ A3=-0.57691 $\times 10^{-11}$ A4= 0.27173 $\times 10^{-14}$

【0046】[第3面(r3)の非球面データ]

A1= 0.54933 $\times 10^{-8}$ A2= 0.72382 $\times 10^{-9}$ A3=-0.34693 $\times 10^{-11}$ A4= 0.45034 $\times 10^{-14}$

【0047】[第6面(r6)の非球面データ]

A1=-0.75015 $\times 10^{-6}$ A2=-0.31758 $\times 10^{-8}$ A3=-0.21935 $\times 10^{-10}$ A4=-0.31253 $\times 10^{-13}$

【0048】[第9面(r9)の非球面データ]

A1= 0.15250 $\times 10^{-4}$ A2= 0.45780 $\times 10^{-7}$ A3=-0.50688 $\times 10^{-10}$ A4= 0.20570 $\times 10^{-12}$

【0049】[第10面(r10)の非球面データ]

A1=-0.19975 $\times 10^{-6}$ A2= 0.32710 $\times 10^{-7}$ A3=-0.34527 $\times 10^{-9}$ A4= 0.34692 $\times 10^{-12}$

【0050】[第11面(r11)の非球面データ]

A1= 0.15186 $\times 10^{-5}$ A2= 0.26729 $\times 10^{-7}$ A3=-0.19751 $\times 10^{-9}$ A4= 0.39507 $\times 10^{-12}$

【0051】[第13面(r13)の非球面データ]

A1= 0.76389 $\times 10^{-6}$ A2=-0.37449 $\times 10^{-8}$

【0052】[第1面(r1)の回折面データ]

B1=-5.1493 $\times 10^{-6}$ B2= 4.2511 $\times 10^{-8}$ B3=-2.8183 $\times 10^{-11}$

【0053】[第13面(r13)の回折面データ]

B1=-1.3992 $\times 10^{-4}$ B2= 1.6053 $\times 10^{-7}$ B3=-1.1060 $\times 10^{-9}$

【0054】

《実施例3》

f=54.3~72.4~90.5

Pno=4.95~4.66~4.28

[曲率半径][軸上面間隔][屈折率][アッペ数]

{第1群(Gr1) ...負}

r1*= 138.89

d1= 2.50 N1=1.6200 ν 1=60.3

r2*= 32.05

d2= 16.03

r3*= 40.63

d3= 2.94 N2=1.7225 ν 2=29.6

r4= 53.09

d4= 48.29~18.51~0.33

{第2群(Gr2) ...正}

r5= 29.70

d5= 6.83 N3=1.5168 ν 3=67.4

r6= -1503.16

d6= 5.36

r7*= 34.28

d7= 7.00 N4=1.6620 ν 4=53.2

r8= 83.45

d8= 1.12

r9= ∞ {絞り(S)}

d9= 0.10

r10=-2107.70

d10= 2.50 N5=1.7003 ν 5=30.2

r11*= 22.06

d11= 7.60

r12= 278.29

d12= 2.50 N6=1.7440 ν 6=44.7

r13= -159.37

d13= 0.24~1.33~1.91

{第3群(Gr3) ...正}

r14*=-80.52

d14= 7.00 N7=1.7218 ν 7=46.6

r15= -44.21

【0055】[第1面(r1)の非球面データ]

A1= 0.12653 $\times 10^{-6}$ A2=-0.12009 $\times 10^{-9}$ A3= 0.22074 $\times 10^{-12}$ A4= 0.19142 $\times 10^{-15}$

【0056】[第2面(r2)の非球面データ]

A1=-0.13513 $\times 10^{-5}$ A2=-0.15996 $\times 10^{-8}$

【0057】[第3面(r3)の非球面データ]

A1=-0.30025 $\times 10^{-6}$ A2= 0.28603 $\times 10^{-9}$ A3=-0.78654 $\times 10^{-12}$ A4= 0.69422 $\times 10^{-15}$

【0058】[第7面(r7)の非球面データ]

A1=-0.44607 $\times 10^{-5}$ A2=-0.10445 $\times 10^{-7}$ A3=-0.14964 $\times 10^{-10}$ A4= 0.11674 $\times 10^{-13}$

【0059】[第11面(r11)の非球面データ]

A1= 0.16154 $\times 10^{-5}$ A2=-0.92014 $\times 10^{-8}$ A3= 0.42180 $\times 10^{-10}$ A4= 0.10828 $\times 10^{-12}$

【0060】[第14面(r14)の非球面データ]

A1= 0.27941 $\times 10^{-5}$ A2= 0.13440 $\times 10^{-7}$

【0061】[第2面(r2)の回折面データ]

B1= 7.4037 $\times 10^{-6}$ B2=-6.5046 $\times 10^{-8}$ B3= 1.7972 $\times 10^{-10}$ B4=-2.5108 $\times 10^{-13}$

【0062】[第14面(r14)の回折面データ]

B1=-1.1409 $\times 10^{-4}$ B2=-1.4185 $\times 10^{-7}$ B3= 3.7727 $\times 10^{-9}$ B4=-1.8750 $\times 10^{-11}$

【0063】

《実施例4》

f=52.6~71.3~89.8

Fno=5.74~5.41~5.00

〔曲率半径〕〔軸上面間隔〕〔屈折率〕〔アッペ数〕

{第1群(Gr1) …負}

r1*= 892.10

d1= 2.50 N1=1.4870 ν 1=70.4

r2*#= 33.83

d2= 23.50

r3= 58.65

d3= 2.50 N2=1.7457 ν 2=40.8

r4= 84.91

d4= 59.48~22.06~0.10

{第2群(Gr2) …正}

r5*= 23.39

d5= 7.00 N3=1.5345 ν 3=64.7

r6= -208.23

d6= 3.06

r7= ∞ {絞り(S)}

d7= 0.10

r8= 55.03

d8= 3.04 N4=1.7537 ν 4=28.9

r9*= 24.79

d9= 2.02~4.60~6.60

{第3群(Gr3) …正}

r10*#=-22.06

d10= 6.80 N5=1.4870 ν 5=70.4

r11*= -20.61

【0064】〔第1面(r1)の非球面データ〕

A1= 0.17638 $\times 10^{-5}$ A2=-0.32689 $\times 10^{-8}$ A3= 0.31282 $\times 10^{-11}$ A4=-0.12245 $\times 10^{-14}$

【0065】〔第2面(r2)の非球面データ〕

A1=-0.15723 $\times 10^{-6}$ A2=-0.35930 $\times 10^{-8}$

【0066】〔第5面(r5)の非球面データ〕

A1=-0.26879 $\times 10^{-5}$ A2=-0.10281 $\times 10^{-7}$ A3= 0.74280 $\times 10^{-11}$ A4=-0.83045 $\times 10^{-13}$

【0067】〔第9面(r9)の非球面データ〕

A1= 0.10546 $\times 10^{-4}$ A2= 0.76799 $\times 10^{-8}$ A3= 0.92557 $\times 10^{-10}$ A4=-0.59229 $\times 10^{-12}$

【0068】〔第10面(r10)の非球面データ〕

A1=-0.65378 $\times 10^{-6}$ A2=-0.29145 $\times 10^{-7}$

【0069】〔第11面(r11)の非球面データ〕

A1= 0.39938 $\times 10^{-5}$ A2= 0.19933 $\times 10^{-9}$ A3=-0.67106 $\times 10^{-10}$ A4= 0.55502 $\times 10^{-12}$

【0070】〔第2面(r2)の回折面データ〕

B1= 4.1737 $\times 10^{-5}$

【0071】〔第10面(r10)の回折面データ〕

B1=-1.3666 $\times 10^{-4}$

【0072】

《実施例5》

f=52.7~71.5~90.0

Fno=5.78~5.47~5.07

〔曲率半径〕〔軸上面間隔〕〔屈折率〕〔アッペ数〕

{第1群(Gr1) …負}

r1= 182.67

d1= 2.50 N1=1.4870 ν 1=70.4

r2*= 30.07

d2= 22.38

r3*#= 84.32

d3= 2.91 N2=1.6303 ν 2=45.4

r4= 182.41

d4= 61.45~22.87~0.40

{第2群(Gr2) …正}

r5= ∞ {絞り(S)}

d5= 0.00

r6*= 21.60

d6= 7.00 N3=1.5880 ν 3=51.6

r7= -226.95

d7= 1.58

r8= 77.00

d8= 2.50 N4=1.7550 ν 4=27.6

r9*= 24.04

d9= 2.68~5.71~8.52

{第3群(Gr3) …正}

r10*#=-22.34

d10= 7.00 N5=1.4870 ν 5=70.4

r11*= -20.78

【0073】〔第2面(r2)の非球面データ〕

A1=-0.15026 $\times 10^{-5}$ A2=-0.91056 $\times 10^{-9}$ A3=-0.61180 $\times 10^{-12}$ A4=-0.30338 $\times 10^{-14}$

【0074】〔第3面(r3)の非球面データ〕

A1= 0.88997 $\times 10^{-6}$ A2= 0.80680 $\times 10^{-9}$

【0075】〔第6面(r6)の非球面データ〕

A1=-0.10376 $\times 10^{-5}$ A2=-0.85506 $\times 10^{-8}$ A3=-0.49843 $\times 10^{-11}$ A4=-0.10792 $\times 10^{-12}$

【0076】(第9面(r9)の非球面データ)

$$A1 = 0.15490 \times 10^{-4}$$

$$A2 = 0.24855 \times 10^{-7}$$

$$A3 = 0.12022 \times 10^{-9}$$

$$A4 = -0.39965 \times 10^{-12}$$

【0077】(第10面(r10)の非球面データ)

$$A1 = -0.20973 \times 10^{-5}$$

$$A2 = -0.21920 \times 10^{-7}$$

【0078】(第11面(r11)の非球面データ)

$$A1 = 0.34325 \times 10^{-5}$$

$$A2 = 0.45686 \times 10^{-8}$$

$$A3 = -0.61717 \times 10^{-10}$$

$$A4 = 0.43116 \times 10^{-12}$$

【0079】(第3面(r3)の回折面データ)

$$B1 = 5.0649 \times 10^{-5}$$

$$B2 = -5.3271 \times 10^{-8}$$

$$B3 = 2.3195 \times 10^{-11}$$

【0080】(第10面(r10)の回折面データ)

$$B1 = -1.7812 \times 10^{-4}$$

【0081】

《実施例6》

$$f = 53.7 \sim 71.1 \sim 88.7$$

$$P_{90} = 5.69 \sim 5.36 \sim 4.94$$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

{第1群(Gr1) ...負}

$$r1* = -223.21$$

$$d1 = 2.50 \quad N1 = 1.6389 \quad \nu 1 = 46.8$$

$$r2* = 38.61$$

$$d2 = 17.77$$

$$r3* = 76.70$$

$$d3 = 2.50 \quad N2 = 1.7550 \quad \nu 2 = 27.6$$

$$r4 = 182.54$$

$$d4 = 43.62 \sim 20.27 \sim 6.21$$

{第2群(Gr2) ...正}

$$r5* = 24.09$$

$$d5 = 6.19 \quad N3 = 1.5022 \quad \nu 3 = 68.8$$

$$r6* = -579.95$$

$$d6 = 9.60$$

$$r7 = \infty \{ \text{絞り(S)} \}$$

$$d7 = 0.10$$

$$r8* = 121.29$$

$$d8 = 2.50 \quad N4 = 1.6200 \quad \nu 4 = 60.3$$

$$r9 = -351.01$$

$$d9 = 1.88$$

{第3群(Gr3) ...正}

$$r10* = -47.66$$

$$d10 = 2.50 \quad N5 = 1.6931 \quad \nu 5 = 30.6$$

$$r11 = 75.52$$

$$d11 = 3.84 \sim 2.22 \sim 1.25$$

$$r12 = -130.42$$

$$d12 = 7.00 \quad N6 = 1.7440 \quad \nu 6 = 44.7$$

$$r13* = -52.12$$

【0082】(第1面(r1)の非球面データ)

$$A1 = 0.14808 \times 10^{-5}$$

$$A2 = -0.13578 \times 10^{-8}$$

$$A3 = -0.97559 \times 10^{-12}$$

$$A4 = -0.38796 \times 10^{-15}$$

【0083】(第2面(r2)の非球面データ)

$$A1 = -0.12028 \times 10^{-5}$$

$$A2 = -0.11555 \times 10^{-8}$$

$$A3 = -0.24466 \times 10^{-11}$$

$$A4 = -0.59662 \times 10^{-14}$$

【0084】(第5面(r5)の非球面データ)

$$A1 = 0.17699 \times 10^{-6}$$

$$A2 = 0.22510 \times 10^{-8}$$

【0085】(第6面(r6)の非球面データ)

$$A1 = 0.50370 \times 10^{-5}$$

$$A2 = -0.55928 \times 10^{-11}$$

$$A3 = -0.14218 \times 10^{-10}$$

$$A4 = 0.23963 \times 10^{-13}$$

【0086】【第8面(r8)の非球面データ】

$$\begin{aligned} A1 &= -0.19588 \times 10^{-5} \\ A2 &= -0.13687 \times 10^{-8} \\ A3 &= -0.73932 \times 10^{-10} \\ A4 &= 0.16585 \times 10^{-11} \end{aligned}$$

【0087】【第10面(r10)の非球面データ】

$$\begin{aligned} A1 &= 0.51720 \times 10^{-5} \\ A2 &= -0.24589 \times 10^{-9} \\ A3 &= -0.10532 \times 10^{-9} \\ A4 &= -0.13970 \times 10^{-11} \end{aligned}$$

【0088】【第13面(r13)の非球面データ】

$$\begin{aligned} A1 &= 0.93675 \times 10^{-5} \\ A2 &= 0.21325 \times 10^{-7} \\ A3 &= -0.63025 \times 10^{-10} \end{aligned}$$

$$A4 = 0.24720 \times 10^{-12}$$

【0089】【第3面(r3)の回折面データ】

$$\begin{aligned} B1 &= 7.6335 \times 10^{-5} \\ B2 &= 1.6519 \times 10^{-7} \\ B3 &= -5.9487 \times 10^{-10} \\ B4 &= 8.3781 \times 10^{-13} \end{aligned}$$

【0090】【第5面(r5)の回折面データ】

$$\begin{aligned} B1 &= -1.2860 \times 10^{-4} \\ B2 &= -1.0695 \times 10^{-8} \\ B3 &= -4.7484 \times 10^{-10} \\ B4 &= 2.1844 \times 10^{-12} \end{aligned}$$

【0091】

【表1】

《条件式対応値》

実施例	(1) $\phi Dn / \phi I$	(2) $\phi n / \phi W$	(3) $\phi n / \phi p$	(4) $\phi Dp / \phi p$	(5) $\phi Dp / \phi 2$	(6) $r2 / r3$	(7) $rL \cdot \phi p3$
1	0.0285	-0.439	-0.458	0.0200	0.0085	0.365	-0.121
2	0.0006	-0.495	-0.523	0.0509	0.0250	0.572	-0.143
3	0.0010	-0.515	-0.456	0.0279	0.0286	0.789	-0.361
4	0.0060	-0.456	-0.492	0.0653	0.0695	0.577	-0.086
5	0.0248	-0.443	-0.479	0.0817	0.0881	0.357	-0.091
6	0.0266	-0.645	-0.564	0.0207	0.0119	0.503	-0.464

【0092】図7～図9は実施例1の収差図、図10～図12は実施例2の収差図、図13～図15は実施例3の収差図、図16～図18は実施例4の収差図、図19～図21は実施例5の収差図、図22～図24は実施例6の収差図であり、それぞれ短焦点距離端[W]、中間焦点距離状態(ミドル)[M]、長焦点距離端[T]での諸収差を示している。各焦点距離状態での収差図は、左から順に、(A)球面収差、(B)非点収差、(C)歪曲収差を表しており、破線はC線(波長： $\lambda C=656.3\text{nm}$)に対する収差、実線はd線(波長： $\lambda d=587.6\text{nm}$)に対する収差、一点鎖線はg線(波長： $\lambda g=435.8\text{nm}$)に対する収差を表している。球面収差(横軸：近軸像面からの光軸方向のズレ量(mm))の縦軸は、入射高さ(H)をその最大高さ(H0)で規格化した値(すなわち入射瞳平面を切る相対高さ、 $H/H0$)を表しており、非点収差(横軸：近軸像面からの光軸方向のズレ量(mm))及び歪曲収差(横軸(%))の縦軸は半面角(°)を表している。また、実線Xはサジタル面での非点収差を表しており、実線Yはメリディオナル面での非点収差を表している。

【0093】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、負群中の回折光学素子によって色収差をはじめとする諸収差が良好に補正され、高解像力で小型のズームレンズを実現することができる。そして、カラー読み取り用としても十分な高い光学性能を保持しつつ、各群の構成枚数

を削減することができるため、複写・読み取り装置のコンパクト化、低コスト化を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態(実施例1)のレンズ構成図。
 【図2】第2の実施の形態(実施例2)のレンズ構成図。
 【図3】第3の実施の形態(実施例3)のレンズ構成図。
 【図4】第4の実施の形態(実施例4)のレンズ構成図。
 【図5】第5の実施の形態(実施例5)のレンズ構成図。
 【図6】第6の実施の形態(実施例6)のレンズ構成図。
 【図7】実施例1の短焦点距離端[W]での収差図。
 【図8】実施例1の中間焦点距離状態[M]での収差図。
 【図9】実施例1の長焦点距離端[T]での収差図。
 【図10】実施例2の短焦点距離端[W]での収差図。
 【図11】実施例2の中間焦点距離状態[M]での収差図。
 【図12】実施例2の長焦点距離端[T]での収差図。
 【図13】実施例3の短焦点距離端[W]での収差図。
 【図14】実施例3の中間焦点距離状態[M]での収差図。
 【図15】実施例3の長焦点距離端[T]での収差図。
 【図16】実施例4の短焦点距離端[W]での収差図。
 【図17】実施例4の中間焦点距離状態[M]での収差図。
 【図18】実施例4の長焦点距離端[T]での収差図。
 【図19】実施例5の短焦点距離端[W]での収差図。

【図20】実施例5の中間焦点距離状態[M]での収差図。

【図21】実施例5の長焦点距離端[T]での収差図。

【図22】実施例6の短焦点距離端[W]での収差図。

【図23】実施例6の中間焦点距離状態[M]での収差図。

【図24】実施例6の長焦点距離端[T]での収差図。

【符号の説明】

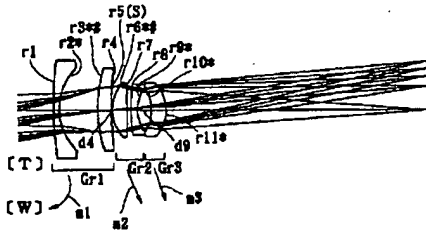
Gr1 …第1群

Gr2 …第2群

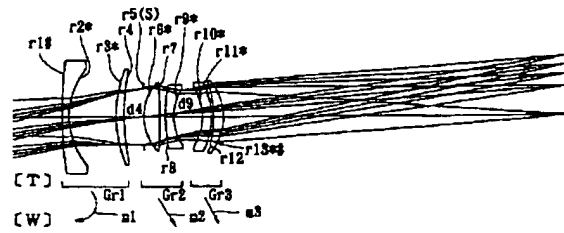
Gr3 …第3群

S …絞り

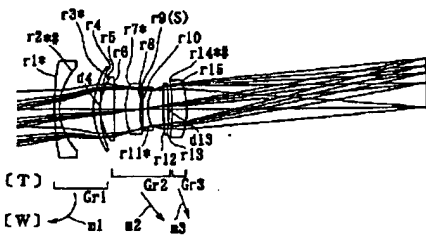
【図1】



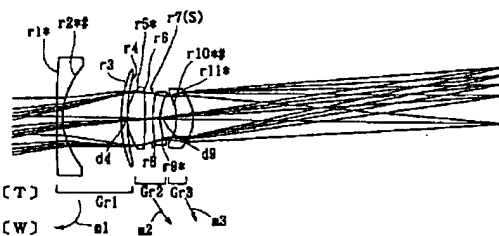
【図2】



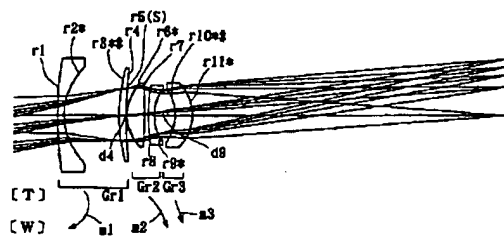
【図3】



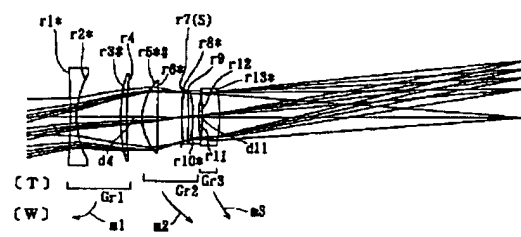
【図4】



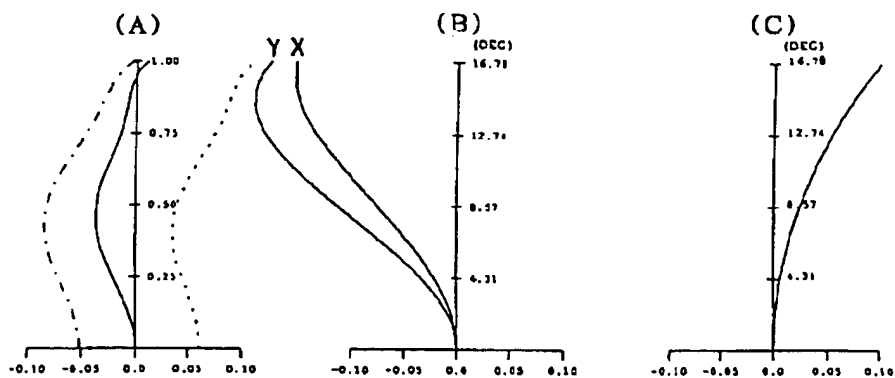
【図5】



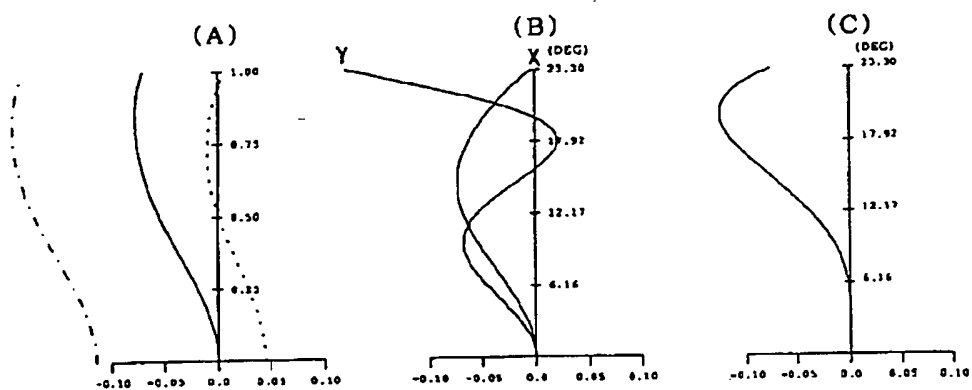
【図6】



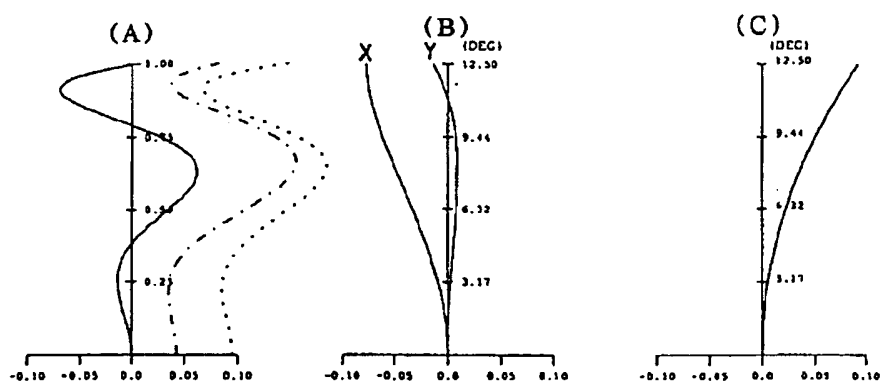
【図8】



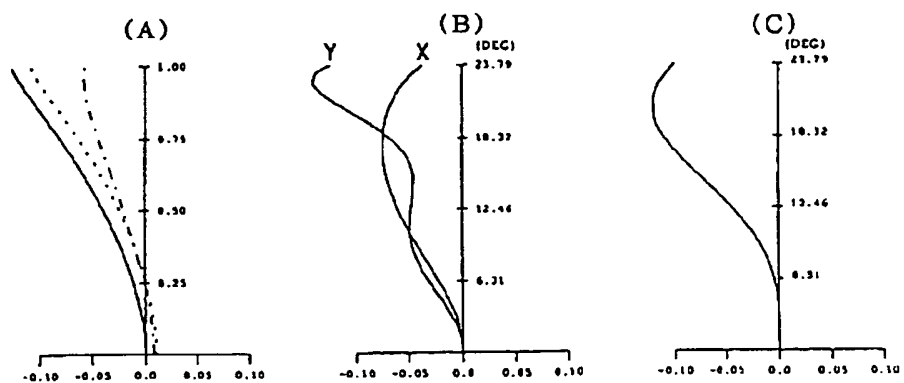
【図7】



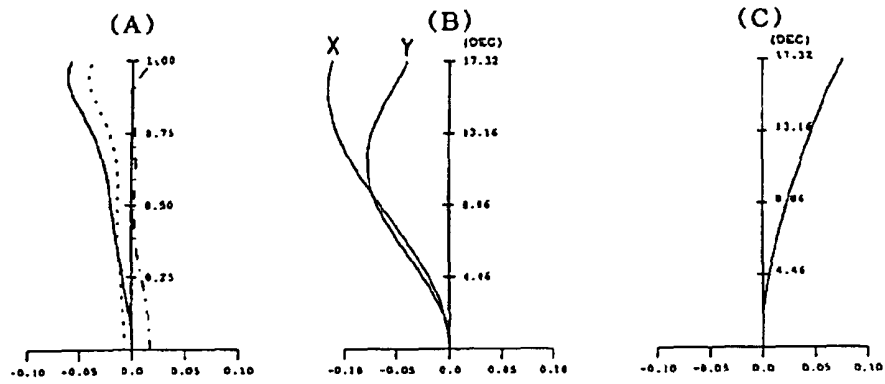
【図9】



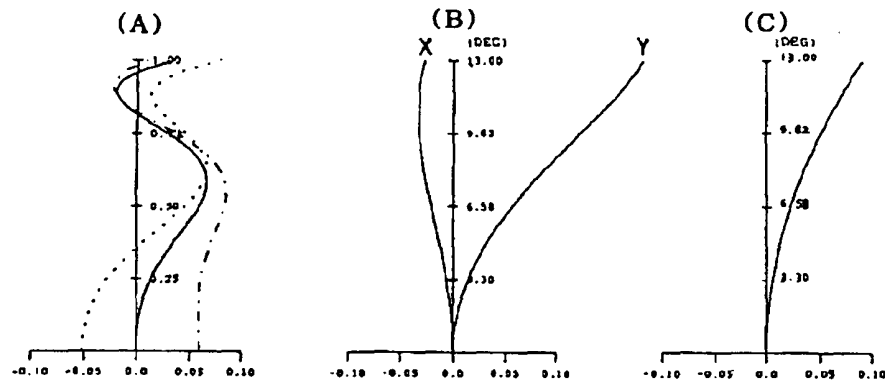
【図10】



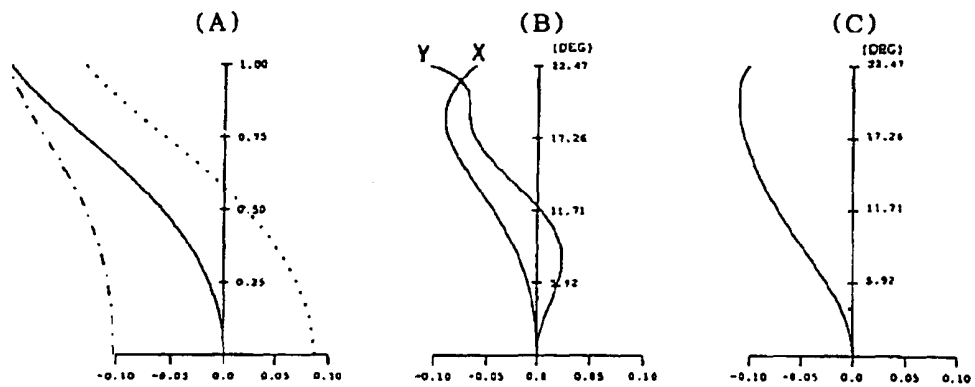
【図11】



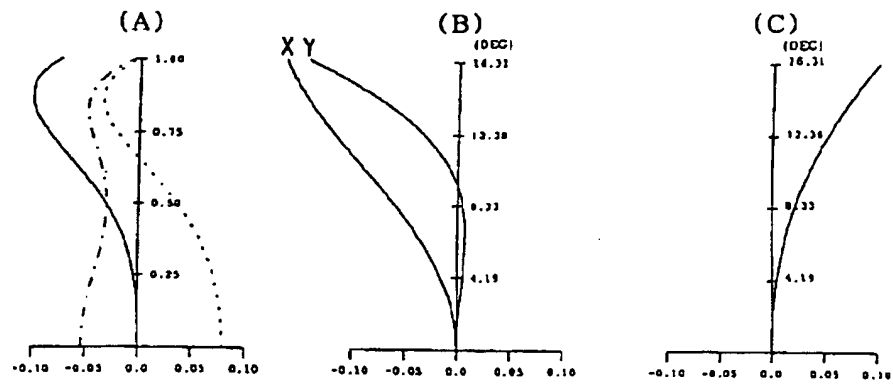
【図12】



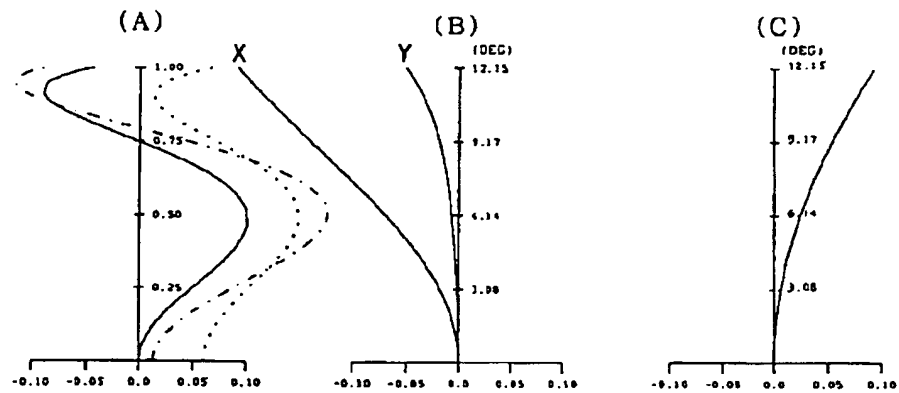
【図13】



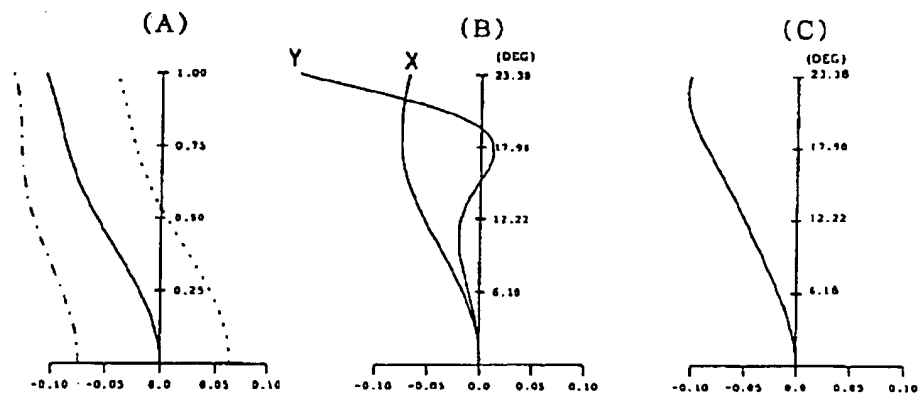
【図14】



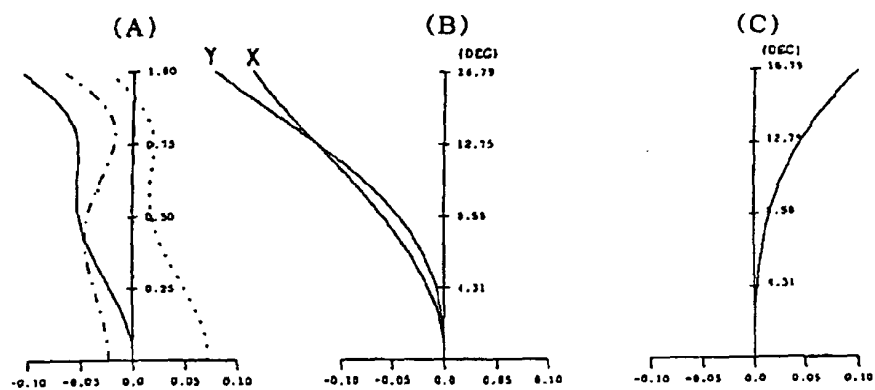
【図15】



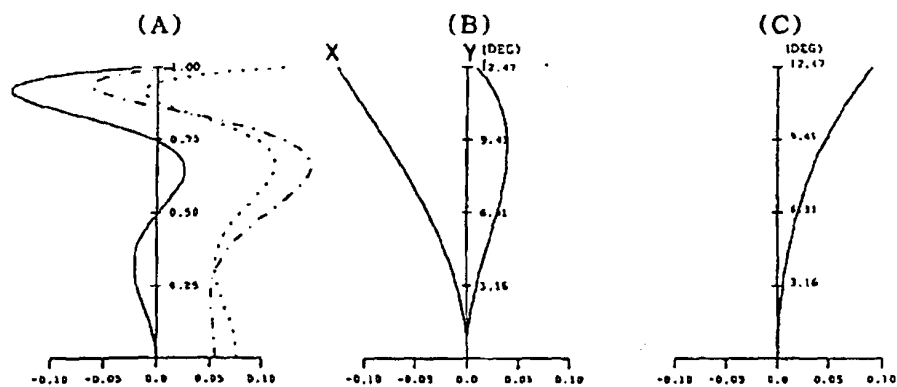
【図16】



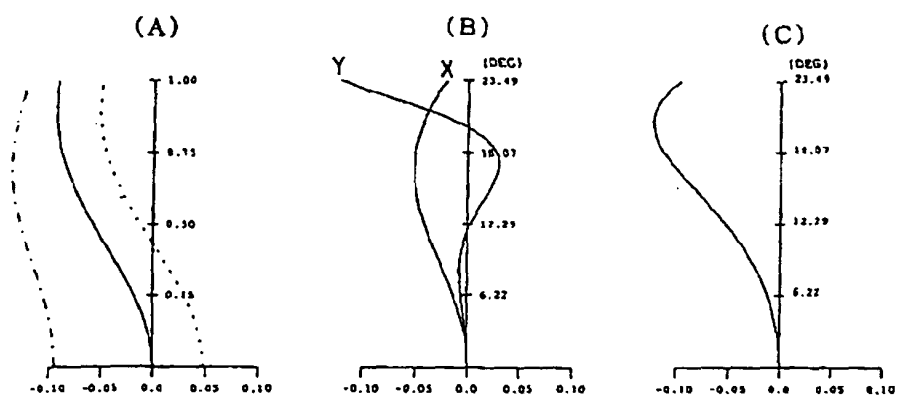
【図17】



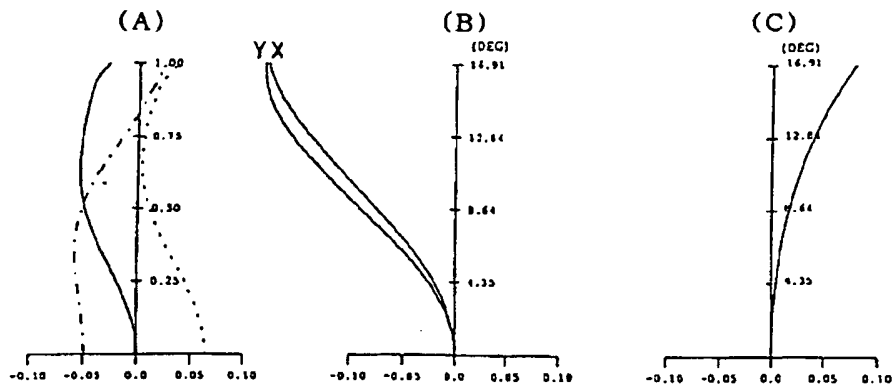
【図18】



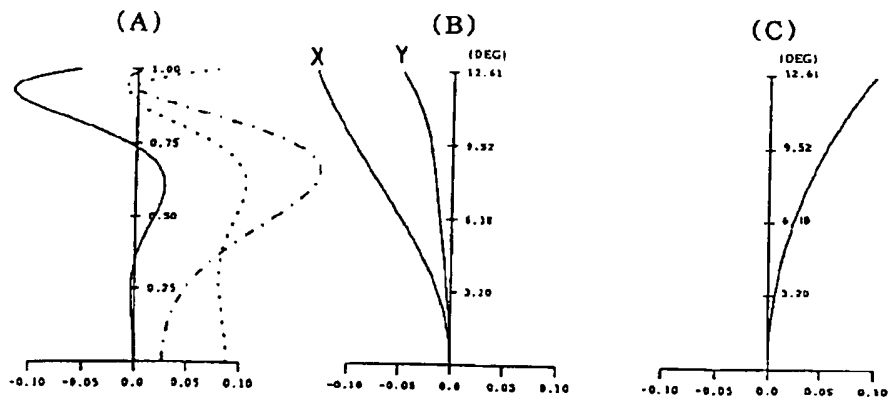
【図19】



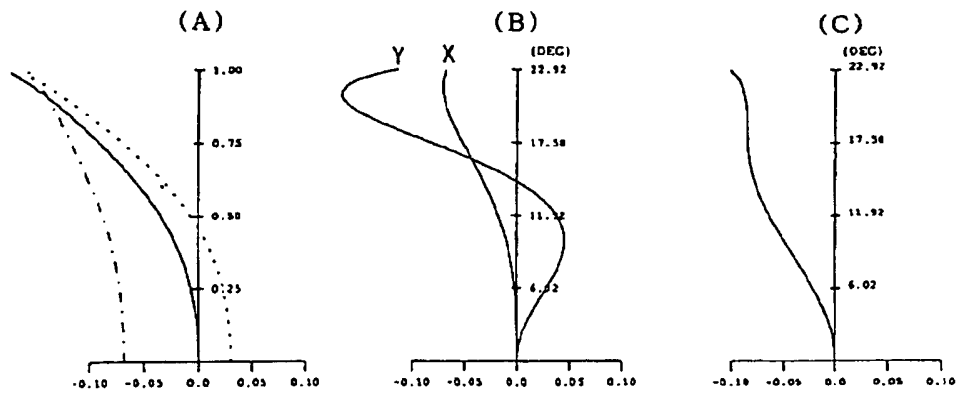
【図20】



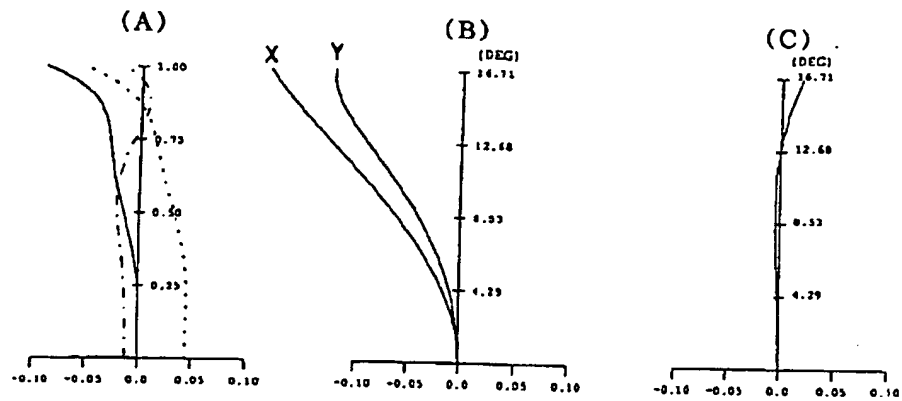
【図21】



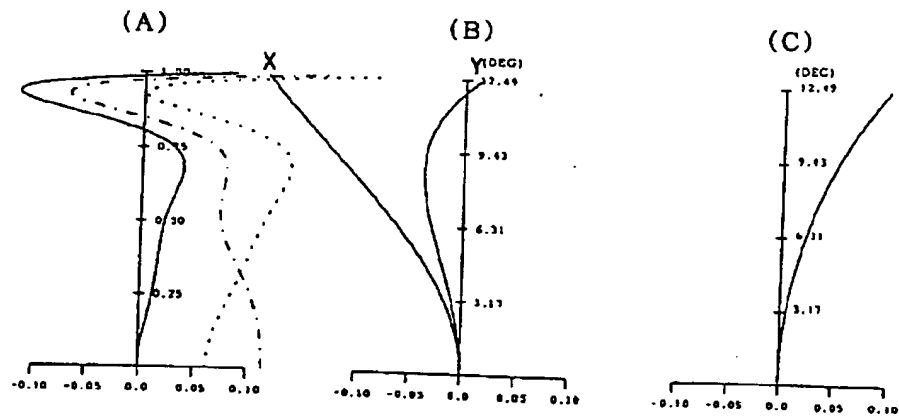
【図22】



【図23】



【図24】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA00 KA08 KA18 PA05 PA17
PB05 QA02 QA03 QA07 QA17
QA19 QA21 QA25 QA32 QA42
QA45 RA05 RA12 RA13 RA36
RA46 SA14 SA16 SA19 SA62
SA63 SA64 SB03 SB13 SB14
SB22